



Construction Métallique 07c- Longueurs de flambement

ISA BTP

ÉCOLE D'INGÉNIEURS

Philippe MARON Maître de conférences
ISABTP-UPPA

150Novembre
22001145

- **Introduction**
  - La théorie du flambement a permis de définir la charge critique de flambement N_k et la longueur de flambement associée l_k
  - Poteau bi-articulé

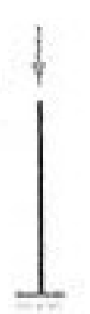
$$N_k = \frac{\pi^2 . E . I_z}{l_k^2}$$

  - l_k : Longueur de flambement

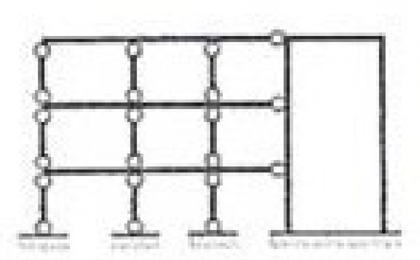
- **Longueur de flambement :**
  - Longueur du poteau bi-articulé qui aurait même charge critique que le poteau considéré

- **La charge critique et la longueur de flambement varient en fonction des liaisons extérieures du poteau**

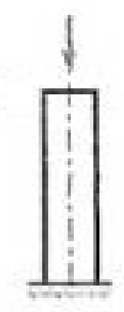
- **Longueur de flambement :**
  - **Longueur de flambement d'un poteau “isolé” pour différentes conditions d'appuis**



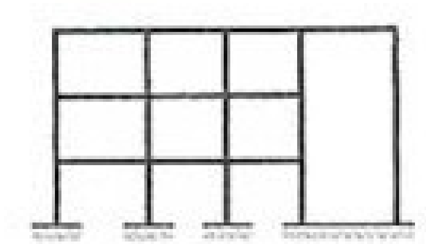
(a) poteau isolé individuel



(b) poteaux articulés dans une structure à nœuds fixes

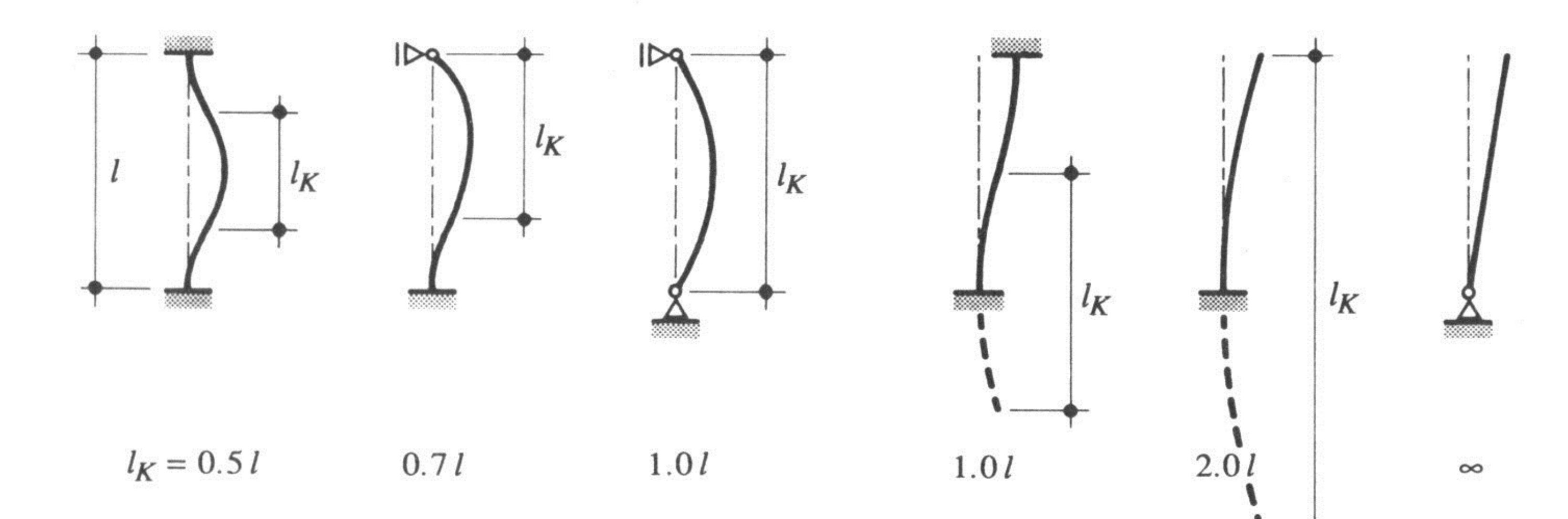


(c) élément de contreventement élancé, considéré comme un poteau isolé



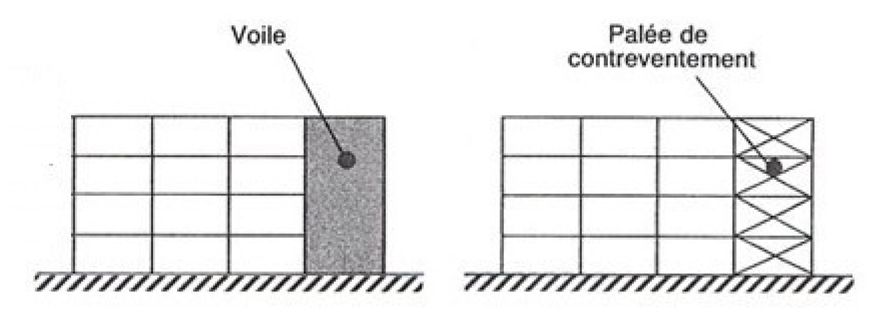
(d) poteaux à extrémités encastrées dans une structure à nœuds fixes

- **Longueur de flambement :**
  - $l_k = m . l_0$

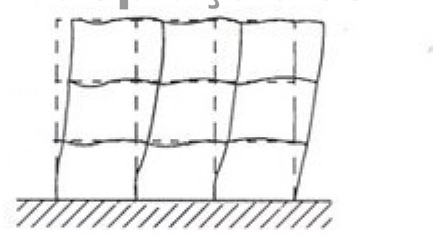


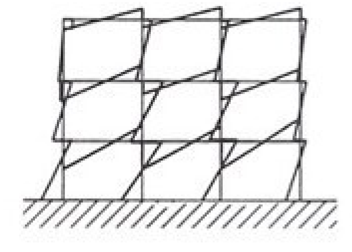
Longueurs de flambage l_K d'une barre comprimée pour différentes conditions d'appui.

- **Longueur de flambement :**
  - **Poteau non isolé au sein d'une structure contreventée**



Portique à noeuds non déplaçables

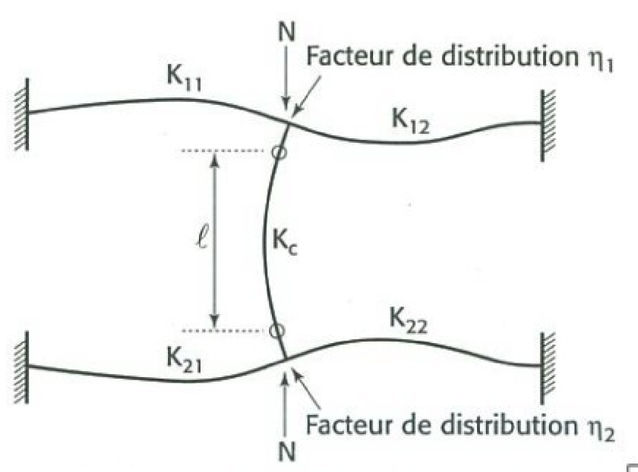




Portique à noeuds déplaçables



- # Poteau non isolé au sein d'une structure contreventée
  - Facteur de distribution -



(a) Mode de financement à nœuds fixes

$$K_c = \frac{I_z}{l_0}$$: rigidité du poteau

K_{ij} : rigidité effective des barres associées

$$\eta_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}}$$

$$\eta_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}}$$

Condition de maintien en rotation à l'extrémité opposée de la poutre	Rigidité effective K de la poutre (à condition que la poutre reste élastique)
Encastrée	$1{,}0.\frac{I}{\ell_0}$
Articulée	$0{,}75.\frac{I}{\ell_0}$
Rotation égale à celle de l'extrémité adjacente (double courbure)	$1{,}5.\frac{I}{\ell_0}$
Rotation égale et opposée à celle de l'extrémité adjacente (simple courbure)	$0{,}5.\frac{I}{\ell_0}$
Cas général ; rotation Θ_a à l'extrémité adjacente et Θ_b à l'extrémité opposée	$\left(1+0{,}5.\frac{\Theta_b}{\Theta_a}\right).\frac{I}{\ell_0}$

- **Poteau non isolé au sein d'une structure contreventée**
  - Facteurs de distribution - noeu

Articulé 1,0 η_1 0,9 0,8 0,7 0,6 0,5 0,4 0,3 0,2 0,1 0,0 Encastré

0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 Articulé η_2

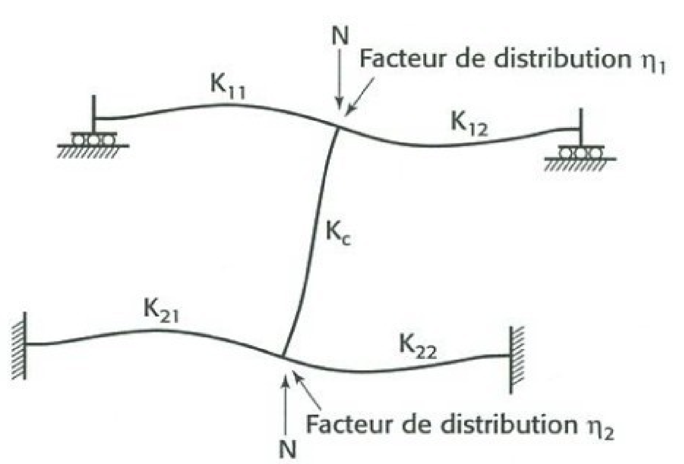
0,5 0,525 0,55 0,575 0,6 0,625 0,65 0,675 0,7 0,75 0,8 0,85 0,9 0,95 1,0

Ou :

$$\frac{\ell_k}{\ell_0} = \left[\frac{1+0{,}145.(\eta_1+\eta_2)-0{,}265.\eta_1.\eta_2}{2-0{,}364.(\eta_1+\eta_2)-0{,}247.\eta_1.\eta_2}\right]$$

• Poteau non isolé au sein d'une structure contreventée

▪ Facteur de distribution - noeuds



(b) Mode de financement à nœuds déplaçables

$$K_c = \frac{I_z}{l_0}$$: rigidité du poteau

K_{ij} : rigidité effective des barres associées

$$\eta_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}}$$

$$\eta_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}}$$

Condition de maintien en rotation à l'extrémité opposée de la poutre	Rigidité effective K de la poutre (à condition que la poutre reste élastique)
Encastrée	$1{,}0.\frac{I}{\ell_0}$
Articulée	$0{,}75.\frac{I}{\ell_0}$
Rotation égale à celle de l'extrémité adjacente (double courbure)	$1{,}5.\frac{I}{\ell_0}$
Rotation égale et opposée à celle de l'extrémité adjacente (simple courbure)	$0{,}5.\frac{I}{\ell_0}$
Cas général ; rotation Θ_a à l'extrémité adjacente et Θ_b à l'extrémité opposée	$\left(1+0{,}5.\frac{\Theta_b}{\Theta_a}\right).\frac{I}{\ell_0}$

- **Poteau non isolé au sein d'une structure contreventée**
  - Facteurs de distribution - noeuds déplacés

Articulé
η_1
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0,0
Encastré
0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0
Articulé
η_2
1,0 1,05 1,1 1,15 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2,0 2,2 2,4 2,6 2,8 3,0 4,0 5,0 ∞

Ou :

$$\frac{\ell_k}{\ell_0} = \sqrt{\frac{1-0,2.(\eta_1+\eta_2)-0,12\,\eta_1.\eta_2}{1-0,8.(\eta_1+\eta_2)+0,6\,\eta_1.\eta_2}}$$

- **Elancement λ :**
  - Contrainte normale critique : $\sigma_k = \frac{\pi^2 . E . I_z}{l_k^2 . A} = \frac{\pi^2 . E}{\frac{l_k^2}{i_z^2}} = \frac{\pi^2 . E}{\lambda^2}$
  - Elancement : $\lambda = \frac{l_k}{i_z}$
  - Rayon de giration : $i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$
  - “plus l est grand, plus la longueur de la poutre est grande vis à vis des dimensions de sa section droite”

- **Plans de flambement:**
  - **L'élancement d'une pièce dépend du plan dans lequel le flambement peut se produire.**
  - **La section droite possédant deux axes d'inertie, il conviendra de calculer deux élancements et deux longueurs de flambement (conditions de liaisons non nécessairement équivalentes dans les deux plans).**
    - **λ_y (et l_{ky}) suivant l'axe fort**
    - **d'inertie λ_z (et l_{kz}) suivant l'axe faible d'inertie**
  - **=> L'axe critique de flambement sera celui pour lequel l'élancement présentera la plus grande valeur.**

CONTACT

Philippe MARON

ISABTP - UPPA

philippe.maron @univ-pau.fr





